

PCT/EP200 4 / 0 0 3 5 7 5

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

Rec'd PCT/PTO 20 NOV 2006



REC'D 19 MAY 2004

WIPO PCT

**PRIORITY
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

Rec'd PCT/PTO 20 NOV 2006

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

10/552111

Aktenzeichen:

103 16 116.3

Anmeldetag:

4. April 2003

Anmelder/Inhaber:

TBT Tiefbohrtechnik GmbH + Co,
72581 Dettingen/DE

Bezeichnung:

Einlippenbohrer und Verfahren zu dessen
Herstellung

IPC:

B 23 B 51/00

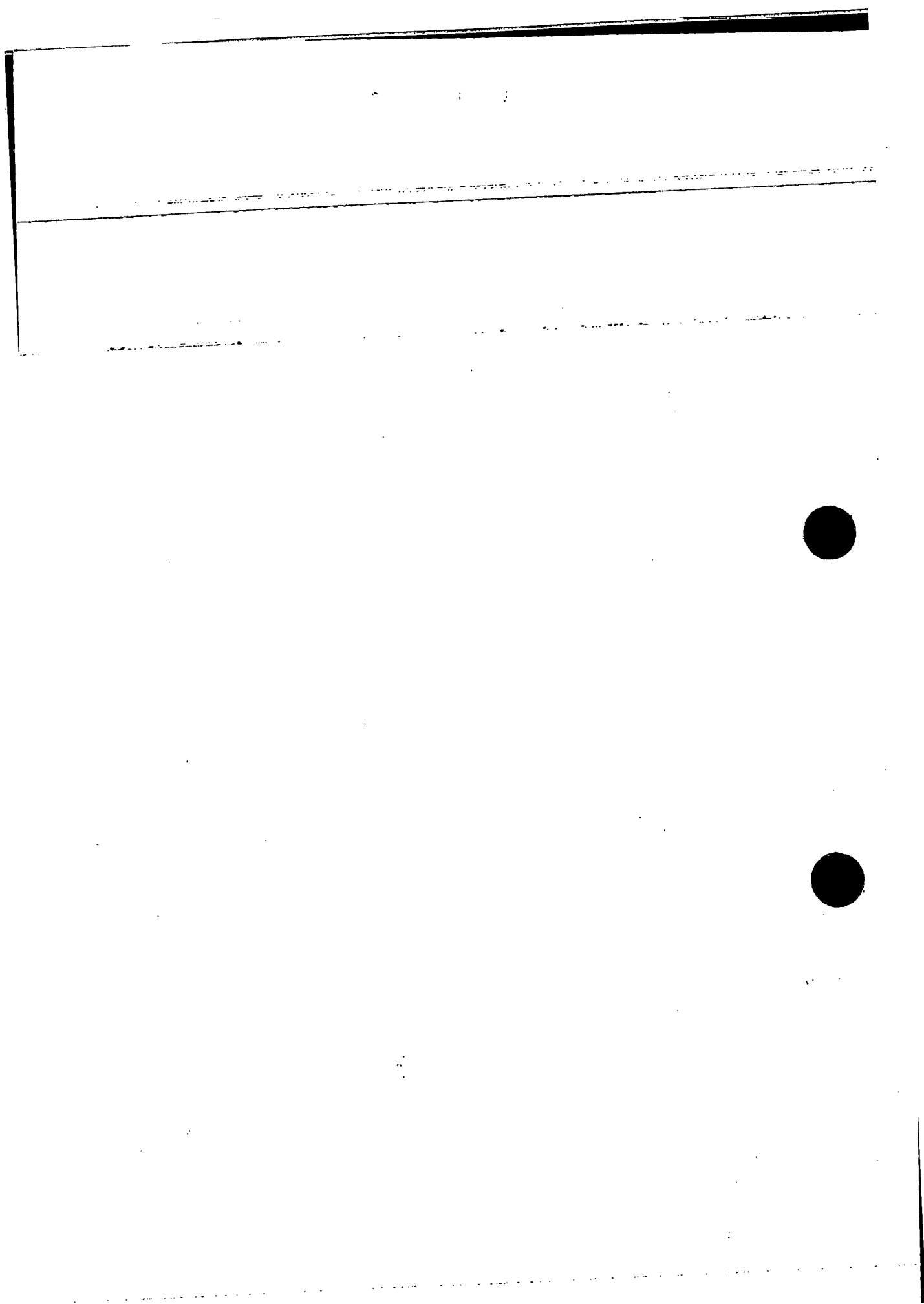
**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der
ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 5. März 2004
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Wallner

A 9161
06/00
EDV-L

BEST AVAILABLE COPY



Anmelder:

TBT Tiefbohrtechnik GmbH + Co
Siemensstraße 1
72581 Dettingen/Erms

Unser Zeichen: P 42551 DE

Mu/VG

Beschreibung
Einlippenbohrer und Verfahren zu dessen Herstellung

Anwendungsgebiet und Stand der Technik

5

Die Erfindung betrifft einen Einlippenbohrer und ein Verfahren zu dessen Herstellung. Der Einlippenbohrer besitzt einen Bohrkopf, der eine an dem Bohrkopf ausgebildete Schneide aufweist. Die Schneide besitzt eine Schneidkante zur spanabhebenden Bearbeitung eines Werkstücks. Der Bohrkopf ist wenigstens ein Spanformer zur Spanformung durch die Schneidkante abgespannter Späne zugeordnet.

Einlippenbohrer sind gängige Bohrer, die beim Tiefbohren eingesetzt werden. Das Tiefbohren ist ein spanabhebendes Verfahren zur Herstellung oder Bearbeitung von Bohrungen. Tiefbohrungen sind üblicherweise Bohrungen mit einem Durchmesser zwischen ca. 1mm bis 1500mm und einer Bohrtiefe ab ca. dem dreifachen Durchmessermaß. Das Einlippentiefbohren bzw. ELB-Tiefbohren ist eine spezielle Verfahrensvariante des Tiefbohrens, bei dem ein Einlippen- bzw. ELB-Tiefbohrwerkzeug eingesetzt wird. Einlippenbohrer lassen sich unterteilen in solche mit am Werkzeug angeschliffener Schneide und in solche

- 2 -

P 42551 DE

mit auswechselbarer Schneide, beispielsweise in Form einer Schneidplatte bzw. Wendschneidplatte. Das Einlippentiefbohren wird vorzugsweise im Durchmesserbereich von ca. 0,8mm bis 40mm durchgeführt. Die Zufuhr von Kühlschmierstoff erfolgt durch eine oder mehrere Bohrungen im Innern des Bohrers. Kühlschmierstoff ist ein Stoff, der beim Trennen und beim Umformen von Werkstoffen zum Kühlen und Schmieren eingesetzt wird. Die Ableitung des Kühlschmierstoffes beim Einlippenbohrer geschieht durch eine Längsnut bzw. Stöcke am äußeren Werkzeugschaft. Der Einsatz von großen Mengen Kühlschmierstoff ist ökologisch bedenklich, da das Kühlschmierstoff-Spänegemisch eine Alllast darstellt, die entsorgt oder wieder aufbereitet werden muss. Man setzt deshalb zunehmend Minimalmengenschmierungen ein, bei der die eingesetzte Schmierstoffmenge auf das unbedingt notwendige Maß reduziert wird. Ein Problem dabei ist es, trotz sehr geringer Kühlschmierstoffmenge für eine ausreichende Späneabfuhr zu sorgen, um damit eine gute Qualität des Tiefbohrprozesses sicherzustellen.

Aufgabe und Lösung

Aufgabe der Erfindung ist es, einen Einlippenbohrer der eingangs genannten Art zu schaffen, der insbesondere auch bei Minimalmengenschmierung produktions sicher arbeitet und insbesondere eine hohe Verschleißfestigkeit aufweist.

Diese Aufgabe wird durch einen Einlippenbohrer mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und durch ein Verfahren zu dessen Herstellung mit den Merkmalen des Anspruchs 15 gelöst. Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen dargestellt. Der Wortlaut sämtlicher Ansprüche wird durch Bezugnahme zum Inhalt der Beschreibung gemacht.

Der erfindungsgemäße Einlippenbohrer zeichnet sich dadurch aus, dass er einen Spanformer mit positivem Spanwinkel besitzt.

- 5 Unter Einlippenbohrern im Sinne der Anmeldung werden solche verstanden, die einen Bohrkopf mit einer daran ausgebildeten Schneide aufweisen. Insbesondere ist die Schneide einstückig mit dem Bohrkopf verbunden, beispielsweise in den Bohrkopf eingeschliffen.

- 10 Als Schneide bzw. Schneidkeil im Sinne der Anmeldung wird der an der Spannerzeugung beteiligte Bereich des Einlippenbohrers verstanden. Der Schneidkeil wird von der Spanfläche, die unmittelbar mit dem abgespannten Span in Berührung kommen kann, und der Freifläche begrenzt. Die Spanfläche ist die Fläche am Schneidkeil, auf der der Span aufläuft. Die Fläche am Schneidkeil, die der entstehenden Werkstückoberfläche bzw.
- 15 Bearbeitungsfläche gegenüber liegt, nennt man Freifläche. Die Linie, an der die Spanfläche und die Freifläche einander berühren, wird als Schneidkante bezeichnet. Als Spanwinkel wird der Winkel zwischen einer zur Bearbeitungsfläche des zu bearbeitenden Werkstücks senkrecht stehenden, gedachten Linie und der Spanfläche an der Schneidkante bezeichnet. Es können mehrere Schneidkanten vorhanden sein, beispielsweise eine Außenschneide und eine Innenschneide. Der Keilwinkel ist der Winkel zwischen der Spanfläche und der Freifläche und der Freiwinkel ist der Winkel zwischen der Bearbeitungsfläche und der Freifläche. Spanformer bzw. Spanbrecher dienen zum Spanformen bzw.
- 25 Brechen der Späne und werden in den Fällen vorgesehen, bei denen der Spanbruch nicht sicher gestellt ist. Dies kann beispielsweise dann vorkommen, wenn das Verformungsvermögen des Werkstücks sehr hoch ist und ein sogenannter „Fließspan“ entsteht, der ohne Bruchhilfe erst sehr spät bricht. Jeder Schneidkante kann wenigstens ein Spanformer zugeordnet sein, beispielsweise kann der Außenschneide ein Spanformer und der Innenschneide ein weiterer Spanformer zugeordnet sein.
- 30

- Der positive Spanwinkel am Spanformer des erfindungsgemäßen Einlippenbohrers bewirkt, dass der abgespannte Span nun nicht mehr, wie beispielsweise bei herkömmlichen Einlippenbohrern mit 0° Spanwinkel der Fall, rechtwinklig auf die Spanfläche aufläuft, sondern schräg, da die
- 5 Spanfläche gegenüber der zur Bearbeitungsfläche senkrecht gedachten Linie geneigt ist. Der Span wird also beim Auftreffen auf die Spanfläche weniger stark gestaucht, was dazu führt, dass die durch den auftretenden Span erzeugte Flächenbelastung der Spanfläche, die beispielsweise zu einer Wärmeentwicklung infolge der Reibung zwischen Span und Werkstück führen kann, relativ gering ist. Es wird sozusagen ein „weicher“ Schnitt erzeugt. Dies führt dazu, dass erfindungsgemäße Einlippenbohrer produktionslicher bei Minimalmengenschmierungen beispielsweise mit Druckluft oder beim Einsatz von Kühlschmierstoffen mit geringen Viskositäten verwendet werden können.

- 15 Ein weiterer Vorteil des erfindungsgemäßen Einlippenbohrers ist, dass eine gezielte Spanformung des abgespannten Spans möglich ist, die an Minimalmengenschmierungsbedingungen anpaßbar ist. Für den sicheren Späneabtransport durch Kühlschmierstoff ist es zunächst einmal notwendig, dass Späne eine bestimmte Größe nicht überschreiten, da sie ansonsten durch den begrenzten Raum in der Spalte nicht sicher mitgenommen werden. Dies kann dazu führen, dass sich Späne im Bereich der Schneide ansammeln und den Bohrprozess beeinträchtigen können. Bei herkömmlichen Einlippenbohrern mit Spanwinkel 0° tritt das Problem
- 25 eines langbrechenden Spans normalerweise nicht auf, da infolge der starken Spanstauchung auf der Spanfläche meist ein kurzbrechender Span entsteht. Jedoch werden extrem kurze Späne wiederum nicht sicher abtransportiert, wenn Kühlschmierstoffe mit geringen Viskositäten eingesetzt werden, da sie zu geringen Widerstand bieten. Durch den Spanbrecher mit positivem Spanwinkel entstehen Späne, die einerseits
- 30 klein genug sind, um sicher „bewegt“ zu werden und andererseits groß

P 42551 DE

genug sind, um Kühlschmierstoffen mit geringen Viskositäten genügend Angriffsfläche zum Abtransport zu bieten.

Der Spanwinkel des Spanformers liegt vorzugsweise im Bereich von 10° bis 30°, insbesondere im Bereich von 15° bis 25°.

Der Spanformer kann Bereiche mit unterschiedlich großem positiven Tangentenwinkel aufweisen, so dass der Span, der auf dem Spanformer entlang gleitet, in unterschiedlichen Bereichen unterschiedlich stark gestaut bzw. verformt wird. Als Tangenten- bzw. Spanflächenwinkel wird der Winkel zwischen einer zur Bearbeitungsfläche des zu bearbeitenden Werkstücks senkrecht stehenden, gedachten Linie und einer Tangente an die Spanfläche, ausgenommen der Bereich direkt an der Schneidkante, bezeichnet. Der Winkel direkt an der Schneidkante wird als Spanwinkel bezeichnet. Vorzugsweise ist der Spanwinkel an der Schneidkante positiv, so dass der Span dort relativ wenig gestaut wird, womit die Flächenbelastung, die durch den auftretenden Span an der Schneidkante verursacht wird, relativ gering ist. Vorzugsweise gelangt der Span beim „Durchwandern“ des Spanformers anschließend in Bereiche, bei denen der Tangentenwinkel gegenüber dem „Schneidkanal“-Bereich geringer ist, so dass er dort stärker gestaut wird. Der Span kann Bereiche mit annähernd 0°-Tangentenwinkel oder sogar negativem Tangentenwinkel mit starker Spanstauchung durchlaufen. Ir- gendwann wird die Spanstauchung bzw. die Belastung auf den Span so groß, dass er bricht.

Bei einer Weiterbildung der Erfindung besitzt der Spanformer eine Spanleitfläche zur Spanleitung der Späne und einen Spanbruchabschnitt zur Brechung der Späne. Bevorzugt ist die Spanleitfläche der Bereich, der im wesentlichen unmittelbar an die Schneidkante angrenzt und auf der der Span nach Spanabhebung zunächst auflieft. Vorzugsweise besitzt die Spanleitfläche einen relativ großen positiven Spanwinkel und Berei-

P 42551 DE

che mit einheitlichem zum Spanwinkel nahezu identischen Tangentenwinkel oder Bereiche mit unterschiedlich großen positiven Tangentenwinkeln. Der Spanbruchabschnitt schließt vorzugsweise direkt an die Spanleitfläche an. Dort können im Vergleich zur Spanleitfläche kleinere positive Tangentenwinkel, 0° Tangentenwinkel oder sogar negative Tangentenwinkel vorgesehen sein, die eine Brechung des Spans verursachen können.

Besonders bevorzugt ist es, wenn der Spanbruchabschnitt in einem Abstand von der Schneidkante angeordnet ist, der zur Einstellung einer gewünschten Spangröße geeignet ist. Damit ist eine gezielte Spangrößeneinstellung des abgespannten Spans möglich. Durch Variieren des Abstandes des Spanbruchabschnitts von der Schneidkante können Späne unterschiedlicher Größe und Form erzeugt werden, die optimal an die jeweiligen Kühlschmierstoffbedingungen, insbesondere an Malmengenschmierungsbedingungen, angepasst sind, d.h. sicher abtransportiert werden können.

Wann der Span im Spanbruchabschnitt bricht, hängt von verschiedenen Einflussfaktoren ab, die beim Festlegen des Abstandes mit berücksichtigt werden sollten. Solche Einflussfaktoren sind beispielsweise Werkstückstoffeigenschaften des zu bearbeitenden Werkstücks, insbesondere dessen Verformbarkeit, Bearbeitungsgeschwindigkeit des Bohrprozesses o.dgl.

Der Abstand kann beispielsweise im Bereich von 0,2mm bis 1,5mm, insbesondere im Bereich von 0,3mm bis 0,6mm liegen.

Bevorzugt ist der Spanformer bzw. Spanbrecher in Form einer an die Schneidkante angrenzende Nut bzw. Rinne ausgebildet. Der nutartige Spanformer kann in zwei Bereiche eingeteilt werden. Ein erster, insbesondere bogenförmig gekrümmter Bereich kann sich von der Schneid-

kante bis zu einem Nutgrund erstrecken. Dieser Bereich kann als Spanleiffläche bezeichnet werden. Vorzugsweise nimmt der positive Tangentenwinkel, der durch Anlegen einer Tangente an die Krümmung ermittelt werden kann, in diesem zum Nutgrund hin insbesondere stetig ab, bis schließlich am Nutgrund annähernd ein 0° -Tangentenwinkel erreicht wird. Ein zweiter, insbesondere bogenförmig gekrümmter Bereich kann sich vom Nutgrund bis zu einer Begrenzungsfläche der zum Abtransport des Kühlschmierstoff-Späne-Gemischs ausgebildeten Sicke erstrecken. Dieser Bereich kann als Spanbruchabschnitt bezeichnet werden, wobei ausgehend von einem im wesentlichen 0° -Tangentenwinkel am Nutgrund dieser zur Begrenzungsfläche hin immer negativer werden kann.

Alternativ ist es möglich die Spanleiffläche des Spanformers nicht gekrümmt auszubilden, sondern als Schrägfläche mit einheitlich positivem Span- bzw. Tangentenwinkel. An diese schräge Spanleiffläche kann dann ein gekrümmter bzw. mit Radius versehener Spanbruchabschnitt anschließen.

Bei einer Weiterbildung der Erfindung ist an mindestens einer Funktionsfläche des Einlippenbohrers eine Funktionsbeschichtung vorgesehen. Als Funktionsflächen im Sinne der Anmeldungen werden insbesondere solche Flächen bezeichnet, die eine bestimmte Aufgabe beim Tiefbohrprozess erfüllen, beispielsweise das Abspannen von Spänen, das Abstützen des Bohrers in der Bohrung, der Abtransport von Spänen usw. Besonders bevorzugt handelt es sich bei der Funktionsfläche um den zur Spanformung der Späne dienenden Spanformer. Zumindest der Spanformer, insbesondere dessen Spanleiffläche und Spanbruchabschnitt kann also mit der Funktionsbeschichtung versehen sein.

Es ist möglich, dass die Funktionsbeschichtung an mehreren oder an allen am Schnittprozess beteiligten Funktionsflächen vorgesehen ist. Die Funktionsbeschichtung kann an allen direkt mit dem Werkstück in Be-

rührung kommenden Funktionsflächen vorgesehen sein. Dies sind beispielsweise die Führungsleisten und die Rundschriftfrase, die zur Abstützung des Einlippenbohrers in der Bohrung dienen. Zu diesen Funktionsflächen gehört auch der Bereich der Schneidkante, der sowohl direkt mit dem Werkstück als auch mit dem abgespannten Span in Berührung kommt. Zusätzlich können auch die Freifläche und die Begrenzungsflächen der späneabführenden Sicke mit der Funktionsbeschichtung versehen sein.

Eine Aufgabe der Funktionsbeschichtung ist es, die Verschleißfestigkeit des Bohrers insbesondere bei hohen Schnittgeschwindigkeiten zu erhöhen. Durch die Funktionsbeschichtung wird der Abrieb des Einlippenbohrers bei Kontakt mit dem zu bearbeitenden Werkstück, insbesondere im Bereich der Schneidkante vermindert. Ferner wird eine Auskolkung verhindert, die dann stattfinden kann, wenn Späne auf dem Spanformer gleiten und dabei Material aus dem Gefüge des Spanformers herausbrechen. Ein weiterer Vorteil der Funktionsbeschichtung ist, dass die Haftung zwischen dem Einlippenbohrer und dem zu bearbeitenden Werkstück vermindert wird. Dadurch wird verhindert, dass insbesondere bei hohen Pressungen zwischen Einlippenbohrer und Werkstück ein als „Aufschneide“ bezeichnetes Verschweißen von Werkstückstoff und Schneide entsteht.

Die Funktionsbeschichtung kann mindestens teilweise aus Hartstoff, insbesondere aus metallischem Hartstoff bestehen. Als metallischer Hartstoff wird vorzugsweise ein Nitrid oder ein Karbid verwendet. Es kann jedoch auch ein Borid oder Silicid eingesetzt werden. Besonders bevorzugt ist es, ein Leichtmetallnitrid, insbesondere Titanaluminiumnitrid, zu verwenden.

Alternativ ist es möglich, nichtmetallische Hartstoffe einzusetzen, beispielsweise Diamant, Borkarbid oder Bornitrid.

Die Funktionsbeschichtung kann mehrere, insbesondere übereinanderliegende, Schichten aufweisen. Es kann mindestens eine Hartstoffschicht und mindestens eine an die Hartstoffschicht angrenzende Weichstoffschicht vorgesehen sein, wobei die Hartstoffschicht eine äußere Schicht bzw. eine Oberfläche bildet.

Die Erfindung umfasst ferner ein Verfahren zur Herstellung eines Einlippenbohrers mit den Merkmalen des unabhängigen Anspruchs 15.

Das erfindungsgemäße Verfahren zeichnet sich dadurch aus, dass zunächst ein Bohrkopf mit einer typischen Bohrergeometrie des Einlippenbohrers hergestellt wird. Das Herstellen umfasst insbesondere das Herstellen des Bohrkopfes aus einem Rohmaterial, beispielsweise durch einen Sinterprozess, das Ausbilden eines Kühlschmierstoffkanals zur Zuführung von Kühlschmierstoff, das Ausbilden einer Sicke zum Zwecke der Abfuhr von Kühlschmierstoff-Spänegemisch, das Ausbilden, insbesondere Einschleifen der Schneide usw..

Ein weiterer Verfahrensschritt des erfindungsgemäßen Verfahrens ist das Ausbilden eines Spanformers bzw. Spanbrechers im Bereich der Schneide des Einlippenbohrers. Schließlich wird wenigstens eine Funktionsfläche des Einlippenbohrers mit einer Funktionsbeschichtung versehen. Es wird also zunächst die Formgebung des Bohrkopfes abgeschlossen und danach eine Funktionsbeschichtung aufgebracht, was zur Folge hat, dass zumindest auch der Spanformer mit der Funktionsbeschichtung versehen ist. Dies unterscheidet das erfindungsgemäße Verfahren wesentlich von herkömmlichen Verfahren, bei denen als letzter Verfahrensschritt der Spanformer eingeschliften wird, so dass eine wahlige Beschichtung auf dem Spanformer wieder abgeschliften wird und der Spanformer dann keine Beschichtung mehr aufweist.

Bezüglich weiterer Details des Verfahrens wird auf die vorstehende Beschreibung und die nachfolgende Figurenbeschreibung verwiesen.

Diese und weitere Merkmale gehen außer aus den Ansprüchen auch aus der Beschreibung und den Zeichnungen hervor, wobei die einzelnen Merkmale jeweils für sich allein oder zu mehreren in Form von Unterkombinationen bei einer Ausführungsform der Erfindung und auf anderen Gebieten verwirklicht sein und vorteilhafte sowie für sich schutzfähige Ausführungen darstellen können. Die Unterteilung der Anmeldung in einzelne Abschnitte sowie Zwischen-Überschriften beschränkt die unter diesen gemachten Aussagen nicht in ihrer allgemeinen Gültigkeit.

Kurzbeschreibung der Zeichnungen

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden im folgenden näher erläutert. In den Zeichnungen zeigen:

Fig. 1 eine perspektivische Ansicht eines Ausführungsbeispiels eines Bohrkopfes des erfindungsgemäßen Einlippenbohrers,

Fig. 2 eine Vorderansicht des Einlippenbohrers von Fig. 1,

Fig. 3 eine Seitenansicht des Einlippenbohrers von Fig. 1,

Fig. 4 eine vergrößerte Darstellung der Einzelheit X von Fig. 3 bei der die Spanabhebung eines Spans und die Schneidengeometrie näher darstellt und

Fig. 5 eine nochmalige Vergrößerung der Einzelheit X, bei der verschiedene Bereiche des Spanformers und eine mehrschichtige Funktionsbeschichtung gezeigt sind.

Detaillierte Beschreibung der Ausführungsbeispiele

Die Fig. 1 zeigt ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Einlippenbohrers, wobei lediglich der Bohrkopf 11 dargestellt ist. Einlippenbohrer bestehen im wesentlichen aus einem Bohrschaft und einem mit dem Bohrschaft insbesondere stoffschlüssig verbundenen Bohrkopf 11 oder einem Vollhartmetallwerkzeug. Ein Verbinden des Bohrschaftes mit dem Bohrkopf 11 erfolgt vorzugsweise mittels eines Lötverfahrens, beispielsweise mittels Hartlöten. Der Bohrschaft wird mit einer Spannhülse verbunden, die ihrerseits in einer Werkzeugaufnahme einer Einlippen-Tiefbohrmaschine befestigt wird. Der Bohrschaft oder das Vollhartmetallwerkzeug kann fest, insbesondere stoffschlüssig mit der Spannhülse verbunden sein, beispielsweise mittels einer Löt- oder Klebeverbindung.

Der Einlippenbohrer samt Spannhülse wird auch als Einlippen- bzw. ELB-Tiefbohrwerkzeug bezeichnet.

Der Bohrkopf 11 besitzt eine im Bereich seiner Stirnseite ausgebildete Schneide 12, einen im Inneren des Bohrkopfes 11 befindlichen Kühlschmierstoffzufuhrkanal 13, eine Sicke 14 bzw. Nut zur Abfuhr des Kühlschmierstoff-Spänegemisches sowie Führungsleisten 15 am Umfang, die beim Bohrvorgang direkt mit dem zu bearbeitenden Werkstück 16 in Kontakt stehen und den Einlippentiefbohrer in der Bohrung führen.

Der Bohrkopf besteht aus Hartstoff bzw. Hartmaterial, der bzw. das eine spanabhebende Bearbeitung des Werkstücks 16 ermöglicht. Als Hartstoff wird vorzugsweise Hartmetall verwendet.

Die Kühlschmierstoffzufuhr erfolgt beim Einlippenbohrer typischerweise durch den im Inneren des Bohrschafts liegenden Kühlschmierstoffzufuhrkanal 13, der sich vom Bohrschaft bis zum Bohrkopf 11 längs einer Boh-

rerachse 23 erstreckt und an der Stirnseite des Bohrkopfes 11 in einem Kühlschmierstoff-Auslass endet. Der Kühlschmierstoff hat beim Tiefbohren mehrere Aufgaben. Er sorgt für eine Schmierung der Schneide 12 und der Führungsleisten 15 und damit für eine Reduzierung von Reibung und Verschleiß des Einlippenbohrers. Eine andere Aufgabe ist die Kühlung, d.h. die Ableitung der Wärme von Werkzeug und Werkstück 16. Schließlich sorgt der Kühlschmierstoff für eine kontinuierliche Späneabfuhr der abgespannten Späne 22. Kühlschmierstoffe zum Tiefbohren sind in der Regel nicht wassermischbare Kühlschmierstoffe, insbesondere Tiefbohröle. Gegebenenfalls können Zusätze bzw. Additive zur Verbesserung der Gebrauchseigenschaften, beispielsweise zur Verschleißminderung, vorgesehen werden.

Ebenfalls typisch für Einlippenbohrer ist die außenliegende Sicke 14 bzw. Nut zur Abfuhr des Kühlschmierstoff-Spänegemisches. Der Einlippenbohrer hat damit in Vorderansicht (Fig. 2) das Aussehen einer „Tortente“, von der ein Tortenstück herausgenommen wurde, wobei die dabei entstehende Lücke die Sicke 14 darstellt. Die Sicke 14 besitzt zwei insbesondere stumpfwinklig zueinander angeordnete Begrenzungsflächen 17, 18, von denen eine Begrenzungsfläche 17 direkt an die Schneide 12 angrenzt. Die Sicke 14 erstreckt sich längs der Bohrerachse 23 bis in den Bereich des Bohrschaftes, wo sie endet. Beim Bohrvorgang ist im Bereich des Bohrschaftes ein Spänekasten angeordnet, der das abgeführte Kühlschmierstoff-Spänegemisch auffängt.

Die Schneide 12 befindet sich im vorderen, stirnseitigen Bereich des Bohrkopfes 11. Sie ist der Teil des Bohrkopfes 11, an dem Schneidkante 19 (Außenschneidkante), Spanfläche, Freifläche 20, Spanformner 21 und Innenschneidkante 30 liegen.

Eine typische Schneiden bzw. Schneidkeilgeometrie für Einlippenbohrer ist in Fig. 4 dargestellt. Der Schneidkeil wird durch die Freifläche 20 und

die Spanfläche begrenzt, wobei die Spanfläche in der gezeigten Ausführungsform durch den Spanformer 21 repräsentiert ist. Der Spanwinkel γ ist der Winkel zwischen der Spanfläche und einer zur Bearbeitungsfläche des zu bearbeitenden Werkstücks 16 senkrecht gedachten Linie S direkt an der Schneidkante 19 bzw. Innenschneidkante 30. Außerhalb des „Schneidanten-Bereichs“ wird der Winkel als Tangentenwinkel γ^* bezeichnet.

Als Freiwinkel α bezeichnet man den freien Winkel zwischen Freifläche und bearbeiteter Fläche. Wäre er 0° , so würde die Freifläche auf der Werkstückoberfläche stark reiben. Große Freiwinkel mindern den Flächenverschleiß, begünstigen aber das Ausbrechen der Schneidkante. Man wählt den Freiwinkel deshalb gerade so groß, dass das Werkzeug genügend frei schneidet.

15

Der Keilwinkel β ist der Winkel des in das Werkstück eindringenden Schneideils. Seine Größe wird von dem zu verspannenden Werkstoff bestimmt und ergibt zusammen mit Freiwinkel und Spanwinkel immer einen Winkel von 90° . Beim Spanwinkel 0° fallen also die zur Bearbeitungsfläche senkrecht gedachte Linie S und die Spanfläche zusammen. Ist die Summe aus Freiwinkel und Keilwinkel kleiner als 90° , so spricht man von der Differenz zu 90° von einem positiven Spanwinkel. Demgemäß ergibt sich, wenn die Summe aus Freiwinkel und Keilwinkel größer als 90° ist, ein negativer Spanwinkel.

25

Die Schneidkante 19 bzw. Innenschneidkante 30 ist die Linie, an der Span- und Freifläche 20 einander berühren. Sie kommt direkt mit dem zu bearbeitenden Werkstück 16 in Kontakt und ist für ein Abspannen von Spänen 22 verantwortlich.

30

Wie in Fig. 1 dargestellt, verläuft die Schneidkante 19 im Winkel zu einer Bohrerachse 23 und erstreckt sich von einer Außenfläche 24 des Einlip-

penbohrers bis zu dessen Bohrspitze 25. Im beschriebenen Ausführungsbeispiel ist lediglich der Schneidkante 19 (Aussenschneidkante) ein Spanformer 21 zugeordnet. Der Spanformer 21 grenzt im wesentlichen unmittelbar an die Schneidkante 19 an und verläuft parallel dazu ebenfalls zwischen der Außenfläche 24 und der Bohrspitze 25. Der Spanformer 21 hat die Form einer Nut mit U-förmigem Querschnitt (Fig. 3, 4 und 5). Er lässt sich in zwei Bereiche einteilen, nämlich in eine im wesentlichen unmittelbar an die Schneidkante 19 angrenzende Spanleitfläche 26, die zur Spanleitung der Späne 22 dient und in einen im Abstand von der Schneidkante 19 angeordneten Spanbruchabschnitt 27, der zur Brechung der Späne 22 dient.

Wie in Fig. 4 und insbesondere in Fig. 5 dargestellt, erstreckt sich die Spanleitfläche 26 von der Schneidkante 19 bis zu einem Nutgrund 28 der Nut. Der Spanbruchabschnitt 27 schließt direkt an die Spanleitfläche 26 an und erstreckt sich vom Nutgrund 28 bis zur Begrenzungsfläche 17 der Sacke 14. Spanleitfläche 26 und Spanbruchabschnitt 27 zeichnen sich dadurch aus, dass die Spanstauchung für den auftretenden Span 22 stetig größer wird, bis er schließlich im Spanbruchabschnitt 27 bricht.

20

Die größer werdende Spanstauchung wird durch die gekrümmt ausgebildete Spanleitfläche 26 sowie den ebenfalls gekrümmt ausgebildeten Spanbruchabschnitt 27 erzielt, wobei ausgehend von einem relativ großen Spanwinkel γ , der Tangentenwinkel sich stetig ändert. Dies ist bei spielhaft durch vier verschiedene Span- bzw. Tangentenwinkel $\gamma, \gamma^*, \gamma_1$ und an vier verschiedenen Bereichen des Spanformers 21 dargestellt. Der Span- bzw. Tangentenwinkel γ bzw. γ^* ist durch Anlegen einer Tangente an die Spanformer-Krümmung in den jeweiligen Bereichen bestimmbar. An der Schneidkante 19 ist die Spanstauchung am geringsten, was durch einen großen, positiven Spanwinkel γ repräsentiert wird. Die Neigung zwischen der zur Bearbeitungsfläche des Werkstücks 16 senkrecht gedachten Linie S und der Spanleitfläche 26 in diesem Be-

reich ist also am größten. Eine geringe Spanstauchung resultiert die Flächenbelastung der Spanleitfläche 26 in diesem Bereich, beispielsweise wird die Reibung zwischen Span 22 und Spanleitfläche 26 verringert. Die Spanstauchung des Spans 22 wird zum Nutgrund 28 hin immer größer, was beispielhaft durch den Spanwinkel γ_1 gezeigt ist, der kleiner, also weniger positiv als der Spanwinkel γ ist.

Am Nutgrund 28 ist der Spanwinkel γ_0 0° groß. Dort beginnt der Spanbruchabschnitt 27, der sich durch eine große Spanstauchung repräsentiert durch negative Tangentenwinkel γ' , auszeichnet. Auch im Spanbruchabschnitt 27 nimmt die Spanstauchung stetig zu und ist am Übergang zur Begrenzungsfläche 17 der Slicke 14 am größten. Dies ist beispielhaft durch den großen negativen Spanwinkel γ_2 gezeigt. Der genaue Bruchpunkt des Spans 22 ist von mehreren Faktoren abhängig, beispielsweise von der Verformbarkeit des Werkstückmaterials, von der Bearbeitungsgeschwindigkeit des Bohrers, von der Steilheit des Spanbruchabschnitts 27, vom Eigengewicht des Spans 22 usw.. Einen zusätzlichen Einfluss auf die Spangröße hat der Abstand des Spanbruchabschnitts 27 von der Schneidekante 19. Durch Variieren dieses Abstands kann eine gewünschte Spangröße eingestellt werden. Der Abstand liegt vorzugsweise im Bereich von 0,3mm bis 0,6mm.

In Fig. 5 ist ferner eine Funktionsbeschichtung 29 des Einlippenbohrers beispielhaft anhand der Beschichtung des Spanformers 21 gezeigt. Die Funktionsbeschichtung 29 hat vor allem die Aufgabe den Verschleiß an den am Schnittprozess beteiligten Funktionsflächen zu vermindern. Solche Funktionsflächen sind beispielsweise die Schneide 12 mit Schneidekante 19, Spanformer 21, Freifläche 20, die zur Abstützung in der Bohrung eingesetzten Führungsleisten 15 und die Begrenzungsflächen 17, 18 der späneabführenden Slicke 14. Vor allem die Beschichtung der Schneidekante 19 und des Spanformers 21 ist wichtig, da dort ein starker Verschleiß auftritt. Die Funktionsbeschichtung wirkt reibungsvermin-

dert, so dass die Reibung zwischen auftreffenden Span 22 und Spanformer 21, insbesondere dessen Spanleitfläche 26 verringert wird, was zu einer verringerten Wärmeentwicklung in diesem Bereich führt. Außerdem schützt die Funktionsbeschichtung 29 die Oberfläche der Spanleitfläche 26 und des Spanbruchabschnitts 27, so dass Auskolkungen bzw. ein Kolkverschleiß, bei dem durch den auftreffenden Span 22 Material aus der Oberfläche herausbricht, verhindert werden. Zudem wirkt die Funktionsbeschichtung 29 haftungsvermindernd, so dass im Bereich der Schneidekante 19 sogenannte „Aufbauschnelden“, eine Materialverschweißung zwischen Span 22 und Schneidekante 19, vermieden werden.

Als Beschichtungsmaterial der Funktionsbeschichtung 29 wird metallischer Hartstoff, insbesondere Titan-Aluminium-Nitrid verwendet. Wie in Fig. 5 dargestellt, kann die Funktionsbeschichtung 29 ihrerseits mehrere Schichten aufweisen, also eine Art „Multilayer-Beschichtung“ bilden. Dies ist beispielhaft anhand einer Funktionsbeschichtung 29 aus drei Schichten dargestellt. Als unterste, direkt mit dem Spanformer 21 in Kontakt stehende Schicht, ist eine Hartstoffschicht 29a vorgesehen. Darüber befindet sich eine Weichstoffschicht 29b, die von einer weiteren Hartstoffschicht 29a überdeckt wird, die ihrerseits die äußere, eine Oberfläche bildende Schicht darstellt.

Verfahren zur

Herstellung eines Einlippenbohrers und Bohrvorgang

Zur Herstellung des Einlippenbohrers wird zunächst der Bohrschaft durch Ablängen eines Rohmaterials auf entsprechende Länge hergestellt. Als Rohmaterial kann ein Rohr, insbesondere aus Stahl, verwendet werden, so dass das Rohrinne einen Teil des Kühlschmierstoffzufuhrkanals 13 bildet. Danach wird die Slicke 14 zur Abfuhr des Kühl-

schmierstoff-Spänegemisches angebracht, beispielsweise in den Bohrschicht eingewalzt.

Der Bohrkopf 11 ist aus Hartmetall und wird mittels eines Sinterprozesses hergestellt, wobei der bohrkopfseitige Teil des Kühlschmierstoffzuführkanals 13 und die Sicke 14 bereits vorgesehen sind.

Der gesinterte Bohrkopf 11 und der Bohrschaft werden mittels Harttöten stoffschlüssig miteinander verbunden.

Alternativ ist es möglich dass Bohrkopf 11 und Bohrschaft aus einem Stück aus gesintertem Hartmetall hergestellt werden.

Als nächstes wird die Schneide 12 samt Schneidkante 19 und Spanformer 21 in den Bohrkopf 11 eingeschliften. Als abschließender Verfahrensschritt wird der Spanformer 21 mit der Funktionsbeschichtung 29 versehen. Dies bietet im Vergleich zu herkömmlichen Herstellungsverfahren, bei denen als letzter Verfahrensschritt der Spanformer 21 eingeschliften wird, den Vorteil, dass eine Beschichtung des Spanformers 21 mit der Funktionsbeschichtung 29 sichergestellt ist.

Einlippenbohrwerkzeuge müssen beim Anbohren in einer Anbohrbuchse geführt werden, weil sich die Bohrkräfte nicht, wie z.B. beim Wendelbohrer mit zwei Schneiden, gegenseitig aufheben. Daher muss das Werkzeug während des Bohrvorgangs abgestützt bzw. geführt werden.

Beim Einlippenbohrvorgang wird daher zunächst der Einlippenbohrer in der Bohrbuchse, die sich in einem Bohrbuchsenträger befindet, geführt. Nach Eintritt des Werkzeugs in die Bohrung übernimmt die Bohrung selbst diese Führungsaufgabe. Alternativ kann auch eine Führungsbohrung die Aufgabe einer Bohrbuchse übernehmen.

Der Bohrkopf 11 dringt also mit seiner Schneide 12 in das zu bearbeitende Werkstück 16 ein. Dabei kommt die Schneidkante 19 direkt mit dem Werkstück 16 in Kontakt, wodurch Späne 22 abgespannt werden. Ein abgespannter Span 22 trifft dabei zunächst auf die Spanleitfläche 26 des Spanformers 21 im Bereich der Schneidkante 19. Der positive Spanwinkel γ bewirkt, dass im Bereich der Spanleitfläche 26 noch keine starke Stauchung des Spans 22 stattfindet, wodurch gewährleistet ist, dass der Span 22 nicht bricht, sondern geformt wird. Durch die sich ändernde Krümmung der Spanleitfläche 26 wird die Stauchung bzw. der Druck auf den Span 22 ständig erhöht. Der Span gleitet die Spanleitfläche 26 entlang und gelangt zum Spanbruchabschnitt 27, wo er infolge des negativen Tangentenwinkels γ stark gestaucht wird, und schließlich bricht. Durch die Variation des Abstandes zwischen der Schneidkante 19 und dem Spanbruchabschnitt 27 kann die Spangröße des Spans gezielt eingestellt werden, um sie an die jeweiligen Kühlschmierstoffbedingungen, beispielsweise eine Minimalmengenschmierung, anzupassen. Es ist auch möglich, die Krümmungen bzw. Steigungen der Spanleitfläche 26 und/oder des Spanbruchabschnittes 27 zu variieren, um damit eine bestimmte Spanform bzw. eine bestimmte Spangröße zu erzeugen.

Patentansprüche

1. Einlippenbohrer mit einem Bohrkopf, der eine an dem Bohrkopf ausgebildete Schneide aufweist, wobei die Schneide wenigstens eine Schneidkante zur spanabhebenden Bearbeitung eines Werkstücks besitzt und der Schneidkante wenigstens ein Spanformer zur Spanformung durch die Schneidkante abgespannter Späne zugeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, dass der Spanformer (21) einen positiven Spanwinkel (γ) aufweist.
2. Einlippenbohrer nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Spanwinkel (γ) im Bereich von 10° bis 30° liegt, insbesondere im Bereich von 15° bis 25° .
3. Einlippenbohrer nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Spanformer (21) eine Spanleitfläche (26) zur Spanleitung der Späne (22) und wenigstens eine Spanbruchabschnitt (27) zur Brechung der Späne (22) aufweist.
4. Einlippenbohrer nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Spanbruchabschnitt (27) in einem zur Einstellung einer gewünschten Spangröße geeigneten Abstand von der Schneidkante (19) angeordnet ist.
5. Einlippenbohrer nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Abstand im Bereich von 0,2 mm bis 1,5 mm, insbesondere im Bereich von 0,3 mm bis 0,6 mm liegt.
6. Einlippenbohrer nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Spanformer (21) als eine an die Schneidkante (19) angrenzende Nut ausgebildet ist, insbesondere als eine Nut mit einem im wesentlichen U-förmigen Querschnitt.

7. Einlippenbohrer nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass an mindestens einer Funktionsfläche des Einlippenbohrers (29) eine Funktionsbeschichtung vorzugsweise zur Erhöhung der Verschleißfestigkeit, vorgesehen ist.
8. Einlippenbohrer nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens der Spanformer (21) und/oder wenigstens eine Freifläche (20) mit der Funktionsbeschichtung (29) versehen ist.
9. Einlippenbohrer nach einem der Ansprüche 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Funktionsbeschichtung (29) an allen am Schnittprozess beteiligten Funktionsflächen vorgesehen ist.
10. Einlippenbohrer nach einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Funktionsbeschichtung (29) wenigstens teilweise aus Hartstoff, insbesondere aus metallischem Hartstoff besteht.
11. Einlippenbohrer nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass als metallischer Hartstoff ein Nitrid oder ein Carbid, insbesondere ein Leichtmetallnitrid, vorgesehen ist.
12. Einlippenbohrer nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass als Leichtmetallnitrid Titanaluminumnitrid vorgesehen ist.
13. Einlippenbohrer nach einem der Ansprüche 7 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Funktionsbeschichtung (29) mehrere Schichten (29a, 29b) aufweist.
14. Einlippenbohrer nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine Hartstoffschicht (29a) und mindestens eine an

die Hartstoffschicht angrenzende Weichstoffschicht (29b) vorgehen ist, wobei die Hartstoffschicht (29a) eine äußere Schicht bildet.

15. Verfahren zur Herstellung eines Einlippenbohrers, insbesondere eines Einlippenbohrers nach einem der vorhergehenden Ansprüche, das Verfahren mit folgenden Schritten:

- Herstellen eines Bohrkopfes mit einer Bohrergeometrie des Einlippenbohrers
- Anbringen eines Spanformers im Bereich einer Schneide des Einlippenbohrers
- Beschichten des Bohrkopfes an mindestens einem Teil seiner Oberfläche mit einer Funktionsbeschichtung.

16. Verfahren nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Funktionsbeschichtung nach einem Nachschärfen, insbesondere Nachschleifen, des Bohrkopfes aufgebracht wird.

17. Verfahren nach Anspruch 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens der Spanformer beschichtet wird.

18. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass alle am Schnittprozess beteiligten Flächen beschichtet werden.

19. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass ein Spanformer mit positivem Spanwinkel ausgebildet wird.

20. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass der Spanformer als eine an eine Schneidkante der

Schneide angrenzende Nut, insbesondere mit U-förmigem Querschnitt, ausgebildet wird.

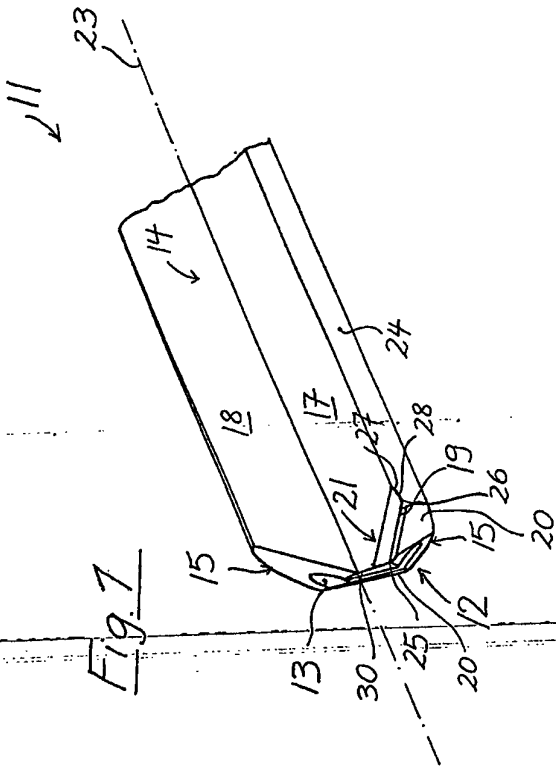


Fig. 1

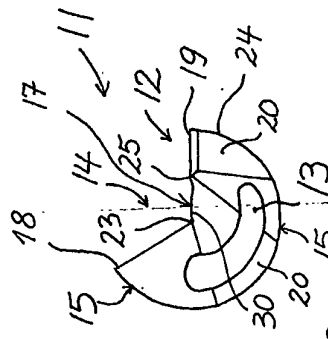


Fig. 2

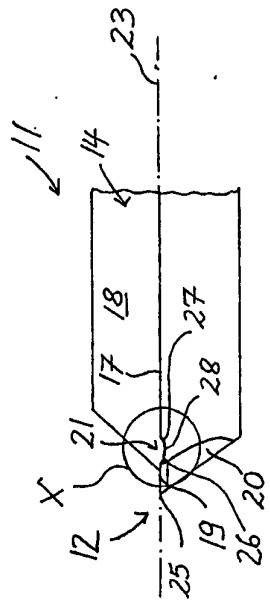


Fig. 3

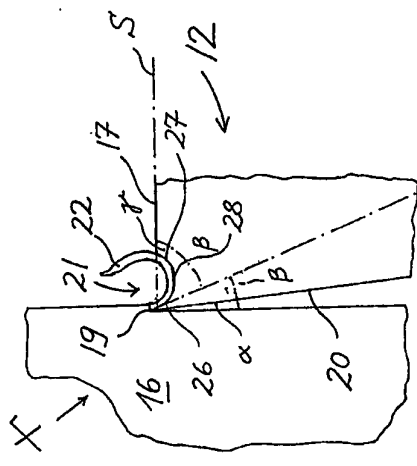


Fig. 4

PCT/EP2004/003575



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER: _____**

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.